

学校编码: 10384

学号: 21720081152690

分类号_____密级_____

UDC_____

廈門大學

硕 士 学 位 论 文

盐度波动对红树植物木榄幼苗光合及离子
积累的影响

Effect of salinity fluctuation on photosynthesis and ion
accumulation of seedlings of mangrove, *Bruguiera*
gymnorhiza

游 思 洋

指导教师姓名: 王 文 卿

专 业 名 称: 生 态 学

论文提交日期: 2011 年 5 月

论文答辩时间: 2011 年 6 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 6 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录	
摘要.....	1
Abstract.....	3
第一章 前言.....	5
1 盐度波动是红树林生境特点之一.....	5
2 红树植物沿河分布调查.....	6
3 已报道的波动盐度对红树植物的影响.....	7
4 本研究的目的.....	8
第二章 材料与方法.....	9
1 材料选择与培养	9
2 样品采集与测定	10
2.1 光合参数测量.....	10
2.2 荧光参数测量.....	11
2.3 叶片元素测量.....	11
3、统计分析方法.....	12
第三章 测量结果.....	13
1 不同盐度处理下木榄幼苗光合参数的比较.....	13
2 不同盐度处理下木榄幼苗荧光参数的比较	14
2.1 诱导动力学曲线.....	14
2.2 快速光曲线.....	16
3 不同盐度处理下木榄幼苗成熟叶片元素含量比较	17
第四章 讨论.....	19
1 不同处理对红树植物木榄的光合效率影响.....	19
2 不同盐度处理下红树植物木榄的离子积累.....	21
3 波动盐度对红树植物生长具有促进作用及其原因.....	21

4 小结	24
第五章 结论与展望	25
1 结论	25
2 应用与展望	25
参考文献	26
附录 1	36
致谢	36

Catalogue

Abstract(in chinese)	1
Abstract(in English)	3
Chapter1: Preface	5
1、 Fluctuating salinity often occurs in mangrove enviroment	5
2、 Reasearches about mangroves distubiting along reivers.....	6
3、 Some reports on fluctutaing salinity.....	7
4、 Purpose and main content of persent study	8
Chapter 2: Material and Methods	9
1、 Plant materials and culture conditions	9
2、 Samplling and measurement	10
2.1 Measurement of gas exchange.	10
2.2Measurement of fluorescence.	11
2.3 Measurement of elements	11
3、 Statistics analysis.....	12
Chapter 3: Results	13
1、 Gas exchange.....	13
2、 fluorescence.....	14
2.1 Slow kinetics curves	14
2.2 Rapid light curves	16
3、 ion concentrations	17
Chapter4: Discussion	19
1、 Effects on photosynthesis	19
2、 effects on absorbing ion	21

3、Reasons for positive effects.....	21
4、Summary	
Chapter5: Conclusion and expectation.....	24
1、Conclusion.....	25
2、Expectation.....	25
Reference	26
Appendix 1	35
Acknowledgement	36

摘要

由于受潮汐、降水和地形等环境因素的影响，红树植物生境的盐度长期处于波动的状态。已有的研究显示，在盐度波动较大的河流中，红树植物的物种繁多；位于河流中游的红树植物多样性最高，生长速度最快。以往关于红树植物耐盐性研究的试验几乎都采用固定盐度培养，极少有针对波动盐度的培养实验。我们设计了一套模拟潮汐的装置，设置淡水对照、固定盐度和波动盐度组三种处理，研究波动盐度对红树植物木榄 (*Bruguiera gymnorhiza*) 的生长、光合等方面的影响，以探究其耐盐机制。主要结论如下：

1、淡水对照与波动盐度处理组的光合效率、蒸腾效率、气孔导度和胞间二氧化碳浓度均显著大于固定盐度处理组，且淡水处理与波动盐度处理组之间差异不明显。水分利用效率的趋势与之相反。

2、淡水处理组的光中心开放程度、电子传递效率和光化学效率高于波动盐度处理组，波动盐度处理组高于固定盐度处理组。固定盐度处理组的非光化学淬灭值最高。

3、盐分处理增加了植物体内的 Na、Cl 元素的积累，固定盐度处理组的 K/Na 最低，淡水处理组最高。

以上结果说明：波动盐度促进红树植物的生长。当红树植物处于盐分环境下时，其吸收盐分用来维持植物的正常生长和渗透调节；当红树植物处于淡水条件下时，其吸收水分以维持水分关系和缓解盐分带来的内环境压力。这两种环境维持着相对的平衡，形成了植物的最适生长环境。

关键词：波动盐度；光合荧光；红树植物

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Salinity is determined by a number of factors, including tidal inundation, soil type, and seasonality of rainfall. Mangrove environments are characterized by conditions of fluctuating salinity. Some reports suggest that more mangrove species occurred in areas with a wider range of salinity fluctuation. Mangrove species richness was minimal in areas experiencing prolonged exposure to extremes of either freshwater or hypersaline conditions. Mangroves in areas that are frequently inundated by the tide are likely to grow more rapidly than those living in regions where the swamp is rarely inundated. Most of our present knowledge of salt tolerance of mangroves still comes from cultural experiments under constant salinity. Little work has been carried out on the effects of fluctuations in salinity on mangroves. There is no relative report on daily fluctuating salinity. So we designed a equipment, cultured *Bruguiera gymnorhiza* to discuss the effects of fresh water, constant salinity and fluctuating salinity on growth, gas exchange and chlorophyll fluorescence. Main conclusions are as follow:

1. Seedlings subjected to the fluctuating salinity and fresh water showed significantly higher photosynthesis than those subjected to the constant salinity while the water use efficiency showed a contrary trend.

2. QP, Φ PSII and ETR values in fresh water treatment are higher than fluctuating and constant salinity treatment, while values in constant salinity treatment were lowest. However NPQ showed different trend. The leaves under the constant salinity treatment had the highest NPQ value.

3. The leave of constant salinity treatment showed significantly higher Na^+ , Cl^- levels than the control and fluctuating salinity treatment. The ratio of K and Na was lowest in fresh water treatment, and highest in constant salinity treatment.

These results suggest that daily fluctuation in salinity has significant positive

effects on growth and photosynthesis. Mangroves under daily fluctuating salinity treatment may benefit themselves by reducing salt buildup and water deficits when their roots subjected to low salinity or fresh water and by absorbing enough Na and Cl for osmotic adjustment when their roots subjected to saline water. We think that salt must be a major factor to limit the growth of plant in fresh water treatment. However more salt bring salt stress to plants in constant salinity treatment. Only plants in the diurnal salinity cycle were given intermittent supplies of fresh water and salinity to maintain a relatively stable balance of osmoregulation, providing optimal conditions among all treatments.

Key words: fluctuating salinity; photosynthesis; fluorescence; mangrove

第一章 前言

1 盐度波动是红树林生境特点之一

红树植物是生长在受潮汐影响的热带亚热带海岸潮间带、具有特殊形态结构及生理适应机制的木本植物，通常分为真红树植物（true mangrove）和半红树植物（semi-mangrove 或 mangrove associate）（Tomlinson 1986; Hutchings & Saenger 1987; 林鹏 1997; 王文卿和王琚 2007）。由于其特殊的生境，盐分在红树植物的生长和分布中具有极其重要的作用（Lugo and Snedaker 1974; Bunt et al. 1982; Downton 1982; Ball 1988a; Ukpong 1991; Jayatissa et al. 2008）。对于红树植物耐盐机理的研究受到了广泛的关注，而盐分与红树植物之间的关系，目前学术界主要有两种观点：

一、红树植物是生态需盐（facultative halophytes）。这种观点认为红树植物可以在淡水条件下生存，但在该环境下与其他陆生维管束植物的竞争中处于弱势地位，因此在进化过程中逐渐被排挤到特殊的含盐生境。这一观点得到了大多数学者的认同（Chapman 1976; Field 1984; Tomlinson 1986; Dawes 1998; Mitsch & Gosselink 2000; Medina et al. 2005）。Ball 和 Pidsley 发现红树植物耐盐性的提高是以降低生长为代价（Ball & Pidsley 1995）。盐度梯度培养实验说明了红树植物的幼苗在淡水条件下长势较好（Ball 1988; Suárez & Medina 2006）。野外调查发现，一些红树植物可以沿河口深入到离入河口很远的地方，这些地方的河水往往是淡水而真红树植物在这里生长良好（Tomlinson 1986; Ball 1988; Ball et al. 1997）。

二、红树植物是生理需盐（obligate halophytes）。这种观点认为红树植物的生长和发育离不开盐分。红树植物在淡水条件下能够存活，但是并不能呈现最佳的生长状态。Ball 指出 NaCl 对于红树植物来说是一种必需的资源（Ball 2002）。低盐促进、高盐抑制生长的现象也经常出现在室内栽培试验中（Downton 1982; Burchett et al. 1984; Clough 1984; Ball 1988; Ball and Pidsley 1995）。淡水培养下的白骨壤（*Avicennia marina*）幼苗在初期生长最佳，但是随着培养时间的延长，叶子逐渐脱落，芽慢慢枯死（Downton 1982）。此外，淡水条件也影响了叶片的数

目、面积 (Clough 1984) 和光合效率 (Tüffers et al. 2001; Ball 2002)。

在野外, 盐度被一系列的环境因子所影响, 包括潮汐作用、土壤类型、季节性降水 (Hutchings and Saenger 1987) 等。因此红树植物的生境几乎都是被波动盐度所支配着, 波动盐度可能是决定红树植物分布的重要因素 (Ball 1988b)。在河口的红树林环境中, 盐度存在一个较大的空间、时间和季节的变化, 并且偶尔存在从淡水到高盐的改变 (Wolanski et al. 1981; Lugo et al. 1989; Naidoo 1989; Gordon 1993; Ball and Pidsely 1995; Orcutt and Nilsen 2000; Ridd and Stieglitz 2002; Medina et al. 2005; Ewe et al. 2007a; Hogarth 2007)。

2 红树植物沿河分布调查

关联着淡水和盐水环境的入海河流是研究波动盐度的重要场所。Carter et al. (1973) 在调查美国佛罗里达州一条河流时, 发现在距离河口 14km 处, 红树林生长茂盛, 而该河流在雨季的时候盐度几乎为 0‰, 在旱季大约为 5‰~10‰。Ball (1998) 在调查澳大利亚的一条河流也发现, 中游红树物种具有最高的生物多样性。Bunt et al. (1982) 发现在盐度波动较大的河流中, 红树植物的种类更多。红树植物的分布格局受到多种因素的影响, 在众多因素中最受关注也最重要的是土壤和水体盐度 (Tomlinson 1986; Louda 1989; Smith 1992)。两者之中, 很多学者认为水体盐度是红树植物沿河分布的限制因子 (Ball 1998, Duke et al. 1998; Bunt et al. 1982; Smith and Duke 1987; Duke 1992; Ball and Pidsley 1995; Castaneda-Moya et al. 2006)。但是由于受到降水和潮汐的影响, 河水的盐度常常呈现规律性的日变化与季节变化 (Wolanski et al. 1981; Lugo et al. 1989; Naidoo 1989; Gordon 1993; Ball and Pidsely 1995; Orcutt and Nilsen 2000; Ridd and Stieglitz 2002; Medina et al. 2005; Ewe et al. 2007a; Hogarth 2007)。另外潮汐所能影响的范围也受到降水的强烈影响 (Duke et al. 1998; Bunt et al. 1982; Ball and Pidsley 1995)。虽然有学者曾发现在固定盐度培养下的红树植物与野外红树植物的表现性并不一致 (Lin and Sternberg 1993; Beckett et al. 1995), 我们现在对于红树植物耐盐性的研究大多是建立在固定盐度培养基础上 (Stern and Viogt 1959; Connor 1969; Clarke and Hannon 1970; Ball and Critchley 1982; Downton 1982; Naidoo 1987; Takemura et al. 2000; Aziz and Khan 2001; Krauss and Allen 2003;

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库